

## REDESAIN *HEADPHONE* UNTUK MENUNJANG FAKTOR KENYAMANAN DAN KEAMANAN BAGI KESEHATAN DENGAN FOKUS PADA *ERGONOMIC*

Sriyanto<sup>1\*</sup>, Wiwik Budiawan<sup>1</sup>, Luthfillah Amin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof., H. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275

\*Email: sriyanto.st.mt@gmail.com

### Abstrak

*Berdasarkan hasil penelitian WHO tentang Hearing Loss, sebagian besar gangguan pendengaran disebabkan oleh pemakaian Headphone/Headset yang tidak terkontrol. Mengenai tingkat pendengaran, Normal jika ambang dengar berkisar 0 – 25 dB, ringan jika ambang dengar berkisar antara >25 – 45 dB, sedang jika ambang dengar berkisar antara >40 – 55 dB, berat jika ambang dengar berkisar >55 – 70 dB. Dalam penelitian tentang Global burden of hearing loss in the year 2000, penggunaan headphone dengan berlebihan justru kemungkinan akan merusak telinga dan kerja otak kita. Hal ini dikarenakan ketidaknyamanan akan pemakaian karena intensitas volume bunyi yang dihasilkan tinggi lebih dari 75dB, sehingga dikatakan gelombang intensitas bunyi melampaui ambang batas mendengar manusia. Sehingga dilakukan redesign headphone dengan pendekatan ergonomi. Salah satu metode yang dapat digunakan penelitian redesign headphone yang ergonomis adalah Quality Function Deployment (QFD). Dari hasil penelitian diidentifikasi perubahan volume (dB) dari mixer ke headphone dengan memperhatikan delta yang digunakan. Pada identifikasi lapangan, volume yang dihasilkan delta pemakaian Headphone adalah 74,4 dB sampai dengan 92,3 dB. Redesain Headphone disesuaikan dengan anthropometri pada ukuran kepala orang Indonesia dan dilengkapi dengan dB Warning Indicator serta memiliki berat kurang dari 7 ons sehingga ringan pada saat pemakaian serta memiliki gaya maksimal 0.122134 N dengan tegangan 4.498686 N/m.*

**Kata kunci:** *Ergonomic, Headphone, Hearing Loss, Quality Function Deployment (QFD)*

## 1. PENDAHULUAN

Angka gangguan pendengaran manusia di Indonesia cukup mengejutkan, termasuk yang tertinggi pada bilangan Asia Tenggara yaitu 4,6% untuk gangguan pendengaran. Berdasarkan data WHO (*World Health Organization*) rata-rata Indonesia, Myanmar, Vietnam dan India. Seperti Indonesia dan Myanmar telah prevalensi yang sangat tinggi, perkiraan konservatif dibuat memberikan untuk menurunkan berat rata-rata tersebut. Prevalensi selama 26+ dBHTL berdasarkan aplikasi dari India rasio 26+/41+ ke 41+ prevalensi. Sedangkan rata-rata untuk India, Indonesia dan Vietnam. Prevalensi selama 26 + dBHTL berdasarkan penerapan India rasio 26 + / 41 + untuk rata-rata untuk 41 + dari tiga penelitian. Berdasarkan hasil penelitian WHO tentang *Hearing Loss*, sebagian besar gangguan pendengaran disebabkan oleh pemakaian *Headphone/Headset* yang tidak terkontrol.

Penggunaan *headphone* dengan berlebihan justru kemungkinan akan merusak telinga dan kerja otak kita. Efek negatif *headphone* untuk kesehatan tubuh, diantaranya kerusakan permanen pada telinga, kehilangan pendengaran di usia 20-an, kerusakan otak, dan ambang pendengaran manusia, terutama bila dilakukan dengan volume keras dan dalam jangka waktu lama. Soetirto (2010) mengenai tingkat pendengaran, Normal jika ambang dengar berkisar 0 – 25 dB, ringan jika ambang dengar berkisar antara >25 – 45 dB, sedang jika ambang dengar berkisar antara >40 – 55 dB, berat jika ambang dengar berkisar >55 – 70 dB.

Berdasarkan pengamatan peneliti, bahwa studio musik/radio selalu menggunakan *headphone* untuk mendengarkan rekaman dan memutar musik yang akan tersalur pada siaran radio. Operator selalu menggunakan *headphone* pada aktivitasnya didalam ruangan radio untuk mengetahui tinggi rendahnya nada lagu pada *audio mixer*. Dari hasil identifikasi lapangan terhadap pengguna *headphone*, bahwa penggunaan volume pada *headphone* yang melampaui ambang batas pendengaran berdasarkan ambang yang telah ditentukan yaitu pada delta pemakaian 74,4 dB sampai dengan 92,3 dB. Penggunaan yang berlebihan ini disebabkan karena tidak terdapat alat indikator peringatan batas pemakaian tingkat volume, sehingga berdampak pada penggunaan

volume yang tidak terkontrol, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas pendengaran penggunanya. Desain headphone yang kurang sesuai mengakibatkan ketidaknyamanan pemakaian yang dikarenakan kurangnya sirkulasi udara pada daun telinga, sifat karakteristik material yang tidak sesuai, dan desain yang tidak sesuai dengan kondisi anatomi manusia. Sehingga terjadi indikasi akibat pemakaian seperti pusing, kepala terasa pegal, lecet pada daun telinga dan telinga dalam terasa sakit.

Peneliti akan melakukan redesain *headphone* dengan pendekatan ergonomi dan estetika. Dimana peneliti sangat memperhatikan dimensi tubuh manusia yang terkait yaitu anthropometri kepala orang Indonesia. Salah satu metode yang dapat digunakan penelitian redesain *headphone* yang ergonomis adalah *Quality Function Deployment* (QFD), QFD adalah metode untuk memudahkan selama proses perancangan, pembuatan keputusan “direkam” dalam bentuk matriks-matriks sehingga dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi dimasa yang akan datang. Biasanya digunakan untuk mengetahui ergonomis atau tidak hasil rancangan. Sehingga perancangan ini diharap mampu memberikan solusi kebutuhan yang aman dan nyaman, serta memberikan estetika tersendiri terhadap produk *headphone* yang mengacu terhadap fungsi yang tersedia.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini meliputi proses-proses yang terjadi dalam perancangan dan pengembangan produk. Dimulai dari proses identifikasi kebutuhan konsumen sampai dengan prototype produk.

**Langkah 1:** Sebelum melakukan perancangan, maka produk yang akan dibuat tersebut dideskripsikan terlebih dahulu. Produk yang ingin dikembangkan dalam penelitian ini adalah *Headphone*.

**Langkah 2:** Langkah ini merupakan langkah awal dalam perancangan produk. Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan melibatkan konsumen. Identifikasi kebutuhan konsumen dilakukan melalui pengumpulan data, yaitu berupa penyebaran kuesioner terhadap para responden.

**Langkah 3:** Inti perencanaan produk adalah pada penyusunan “*House of Quality*” (HOQ). HOQ dilakukan setelah keinginan konsumen teridentifikasi. Keinginan konsumen ini kemudian diterjemahkan ke dalam kebutuhan ergonomi.

**Langkah 4:** Pada langkah ini, kebutuhan teknis produk diterjemahkan ke dalam subsistem-subsistem kritis atau karakteristik-karakteristik part. Fasi ini bertujuan untuk mengetahui informasi yang menjelaskan tentang komponen-komponen spesifik agar kebutuhan ergonomis terpenuhi.

**Langkah 5:** Langkah ini adalah pembuatan prototype awal. Prototype awal produk berupa gambaran digital. Hal ini bertujuan untuk memperoleh gambaran awal produk sebelum produk jadi dibuat.

**Langkah 6:** Analisa prototype awal. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui apakah karakteristik tiap part produk tersebut sesuai dengan keinginan konsumen untuk memenuhi kebutuhan akan produk Ergonomi.

**Langkah 7:** Langkah terakhir adalah pembuatan prototype akhir. Langkah ini adalah penyempurnaan dari langkah ke-5.

### Fase Perencanaan Produk

Pada fase ini merupakan fase dimana spesifikasi target akan disusun. Pada fase ini dilakukan penyusunan “*House of Quality*” (HOQ) yang merupakan inti dari perencanaan produk. HOQ mempunyai input berupa keluaran identifikasi kebutuhan konsumen yang berupa daftar kebutuhan. Pada fase ini dilakukan Analisis Fungsi Produk dan spesifikasi Produk.

### Fase Perencanaan Desain

Dalam penelitian ini, fase perencanaan desain dimaksudkan untuk menentukan model desain berdasarkan data kebutuhan kedalam bentuk 3D dan gambar teknik. Model desain ini terbagi menjadi dua yang dimana difungsikan sebagai first design dan alternative design. Dari model tersebut sehingga akan memberikan gambaran rancangan kepada peneliti dalam pembuatan produk awal/prototype awal dalam bentuk nyata/fisik.

### Prototype

Pengembangan produk hampir selalu membutuhkan pembuatan dan pengujian prototype. Sebuah prototype merupakan penaksiran produk melalui satu atau lebih dimensi perhatian. Pada penelitian ini, dilakukannya lebih dari satu pembuatan atau perbaikan prototype yang dilakukan secara bertahap.

- **Prototype Awal**

Pada tahap prototype awal ini, prototype awal adalah dalam sebuah bentuk nyata produk yang difungsikan untuk pengujian. Hasil model desain dilakukan implementasi kedalam bentuk nyata dan fisik sehingga memudahkan dilakukannya penelitian terhadap kebutuhan yang diinginkan. Setelah dilakukan implementasi dalam bentuk fisik, maka prototype awal akan siap dalam pelaksanaan pengujian.

- **Prototype Akhir**

Pada tahap prototype akhir ini, prototype akhir adalah bentuk nyata dalam finishing produk. Dimana pada proses ini, produk siap untuk dilakukan publikasi terhadap rancangan dan siap untuk digunakan.

### Pengujian Produk

Pengujian produk merupakan pengumpulan respons langsung pada deskripsi produk dari pelanggan. Pengujian produk dapat meyakinkan bahwa kebutuhan pelanggan telah dipenuhi oleh suatu konsep produk. Pada tahap pengujian produk, produk dilakukan pengujian kepada semua sampel responden operator penyiar radio Pro Alma. Hasil pengujian produk ini memberikan definisi data terhadap kebutuhan konsumen dalam aspek ergonomi.

### Evaluasi Produk

Dari data hasil pengujian, peneliti melakukan analisa terhadap produk awal untuk dilakukan refresh berdasarkan kebutuhan pelanggan. Pada hasil refresh tersebut, apabila terdapat kekurangan dalam deskripsi produk dengan kebutuhan pelanggan, maka evaluasi ini akan memberikan point-point tambahan terhadap produk untuk dilakukan perancangan desain ulang. Apabila dalam evaluasi produk, produk tersebut telah sesuai dengan kebutuhan pelanggan, maka produk tersebut akan dilakukan proses finishing.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

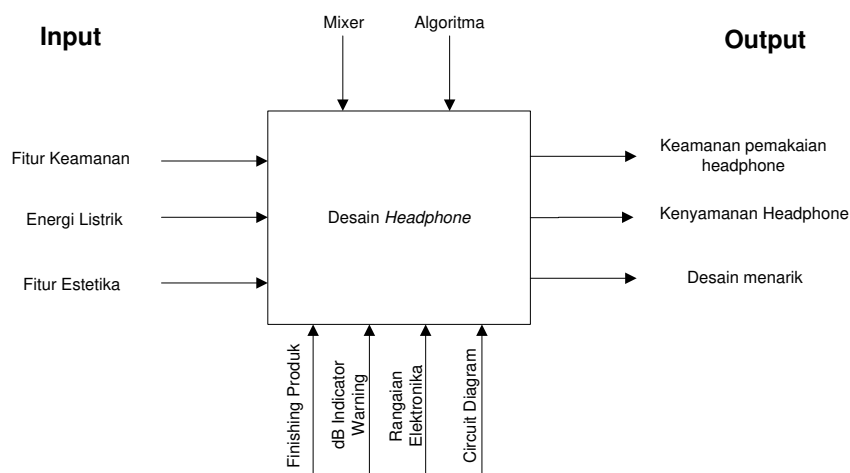
### Interpretasi Data Mentah Menjadi Kebutuhan Konsumen

Pernyataan kebutuhan ini merupakan hal-hal yang harus dilakukan produk untuk memenuhi keinginan dan harapan konsumen. Pada interpretasi data mentah menjadi kebutuhan konsumen merupakan penerjemahan pernyataan konsumen menjadi pernyataan kebutuhan konsumen terhadap produk *Headphone*.

### Analisa Fungsi Produk

Analisa fungsi produk merupakan suatu diagram yang menggambarkan perubahan input suatu produk menjadi output produk yang merupakan suatu fungsi yang kompleks dari suatu produk. Didalam diagram analisis fungsi produk ini didapatkan informasi tentang *input* yang dibutuhkan produk dan *output* yang dihasilkan oleh produk *Headphone*.

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengembangan suatu produk adalah mendekomposisikan sebuah masalah secara fungsional untuk menggambarkan sebuah kotak hitam (*Black Box*). *Black Box* merupakan diagram alur dari *input* sebagai kebutuhan suatu produk kedalam proses system dan *output* sebagai hasil yang dihasilkan dari pengembangan. Dalam *Black Box* tidak menganalisa proses yang terjadi didalam produk. *Black Box* pada produk *Headphone* memiliki hubungan dalam komponen bahan, energy, dan aliran sinyal yang dapat dilihat pada gambar 2:



**Gambar 1. Black Box produk Headphone**

Langkah berikutnya dalam mendekomposisikan fungsi adalah membagi fungsi tunggal menjadi subfungsi untuk membuat sebuah gambaran yang lebih spesifik dari apa yang mungkin dikerjakan oleh elemen produk untuk menerapkan keseluruhan fungsi produk. Pada tahapan ini tujuannya adalah untuk menggambarkan elemen-elemen fungsional dari produk tanpa menunjukkan sebuah prinsip kerja teknik tertentu untuk konsep produk. Penggambaran ini disebut dengan *white box*, yaitu gambaran proses yang lebih spesifik dari produk. *White Box* ini akan memberikan informasi mengenai apa yang dilakukan elemen produk dalam menyusun dan menerapkan keseluruhan fungsi produk.

### Analisis Spesifikasi Produk

Analisis spesifikasi produk merupakan analisis untuk menentukan standar ideal produk yang akan dirancang dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Analisis spesifikasi teknis memaparkan detail-detail yang tepat dan terukur mengenai apa yang harus dilakukan produk terhadap permintaan konsumen.

Langkah pertama yang dilakukan dalam analisis spesifikasi produk adalah karakteristik teknis. Karakteristik teknis merupakan langkah dimana membuat matrik karakteristik teknis, perancangan mengamati dan menentukan karakteristik yang tepat dari sebuah produk yang memberikan pemenuhan terhadap kebutuhan konsumen.

### Matriks Kebutuhan Konsumen Vs Karakteristik Teknis

Matriks kebutuhan konsumen vs karakteristik teknis merupakan matriks yang menjelaskan seberapa kuat hubungan antara kebutuhan konsumen dengan karakteristik teknis terukur. Kebutuhan konsumen berada pada baris matriks sedangkan karakteristik teknis terukur berada di kolom matriks. Untuk menjelaskan hubungan dari keduanya yaitu dengan mempertemukan baris dan kolom pada sel yang bersangkutan, kemudian diberikan simbol yang menerapkan seberapa kuat hubungan antar keduanya.

### Interaksi Antar Karakteristik Teknis

Matrik hubungan antar karakteristik teknis merupakan matrik hubungan antar karakteristik teknis yang menunjukkan tanggapan (persyaratan) teknis. Hubungan antar karakteristik teknis ini perlu ditentukan karena jika salah satu elemen dianggap kritis, maka elemen lain yang berhubungan dengan elemen kritis tersebut perlu diperbaiki. Hubungan antar karakteristik teknis dilakukan dengan pemberian simbol sama seperti pemberian simbol pada penentuan hubungan kebutuhan Vs karakteristik teknis.

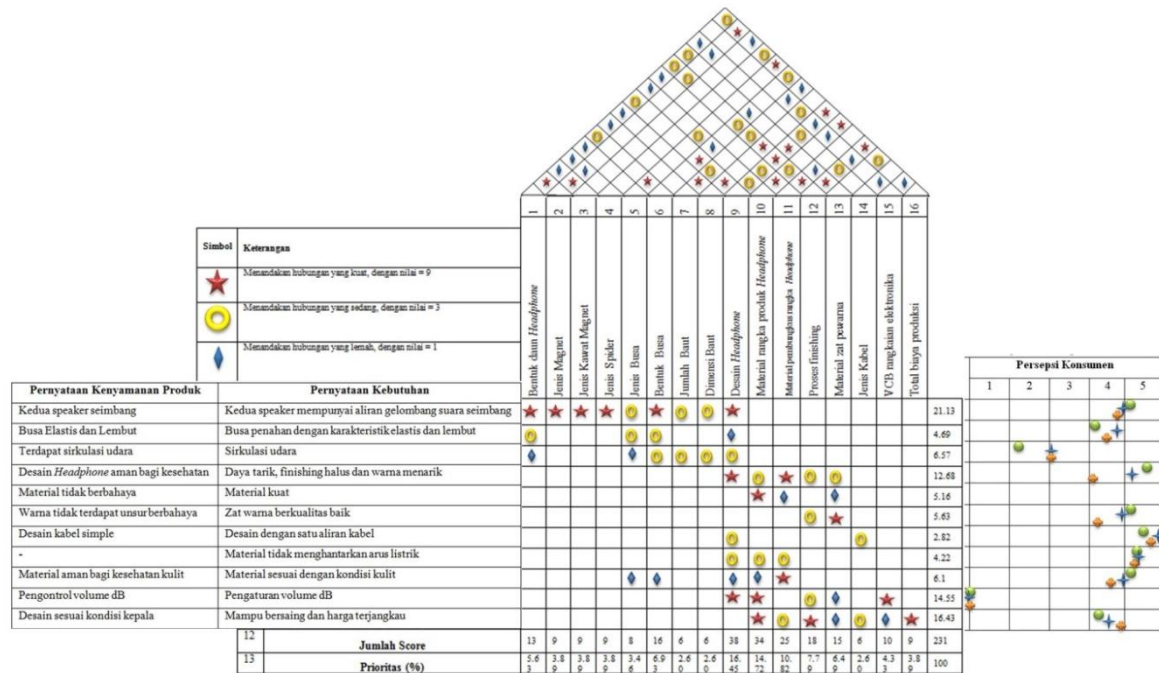
### Benchmarking

Stelah informasi mengenai produk pesaing dikumpulkan, yaitu *Headphone Sony MDR7506*, *Headphone Pioneer HDJ-1500*, *Headphone 4TECH*, kemudian dilakukan penilaian terhadap ketiga

profuk *Headphone*. Penilaian dilakukan oleh konsumen dengan penyebaran kuesioner. Penilaian ini berupa nilai subjektif, dimana nilai subjektif ini memiliki nilai numeric tertentu sehingga memberikan kemudahan dalam pengolahan.

### House of Quality

Setelah melalui tahap – tahap penyusunan rumah mutu pada QFD fase perencanaan produk, maka komponen – komponen penyusunan tersebut kemudian disusun membentuk rumah mutu (QFD) pertama, dimana komponen – komponen penyusunnya adalah kebutuhan konsumen, prioritas kebutuhan, karakteristik teknis, hubungan antar kebutuhan konsumen dengan metric terukur, *benchmarking*, dan kebutuhan kenyamanan pelanggan.



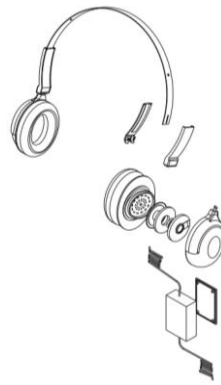
Gambar 2. House of Quality

### Fase Perencanaan Desain

Fase perancangan desain merupakan fase kedua dari metodologi QFD. Dimana pada fase ini karakteristik teknis yang dihasilkan pada fase sebelumnya, yaitu fase perencanaan produk diterjemahkan menjadi karakteristik *Part/komponen*. Tujuan fase ini adalah mengetahui informasi mengenai komponen-komponen spesifik agar dapat menjawab kebutuhan pengguna.

Karakteristik teknis diterjemahkan dalam karakteristik part. Pada dalam tahapan ini, hasil yang diamati adalah karakteristik teknis yang kemudian diterjemahkan kedalam karakteristik *part* yang tepat supaya dapat memenuhi kebutuhan konsumen.

Setelah didapatkan hasil dari analisis kebutuhan pada fase perencanaan produk dalam metode QFD (*Quality Function Deployment*) maka pada fase perencanaan desain, dapat di hasilkan desain produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen.

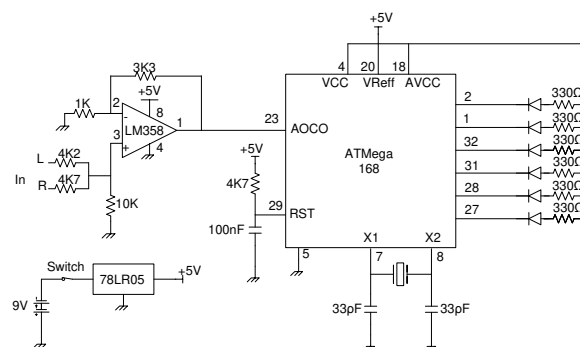


**Gambar 3. Assembly Headphone**

### Rangkaian Elektronika Headphone

Pada rangkaian elektronika headphone ini, terdiri dari rangkaian speaker dan dB Warning Indicator. Rangkaian Speaker adalah suatu rangkaian yang mengubah sinyal elektrik ke dalam frekuensi audio (suara) dengan cara menggetarkan komponen yang berbentuk membran untuk menggetarkan udara sehingga terjadi gelombang suara. System yang dipakai dalam pengeras suara (*Speaker*) adalah system yang mengubah kode elektronik terakhir menjadi suatu gerakan mekanik.

Rangkaian dB Warning Indicator merupakan suatu rangkaian penerjemah sinyal elektrik dari gelombang frekuensi elektrik audio menjadi sinyal lampu dalam kapasitas sinyal volume dB. Rangkaian ini difungsikan untuk memberikan hasil frekuensi audio (suara) yang dikeluarkan speaker pada pemakaian *headphone*. Rangkaian ini terdiri dari IC, resistor, katoda, lampu, kabel, transistor. Komponen terpenting dalam rangkaian ini adalah IC (*Integrated Circuit*).



**Gambar 4. Rangkaian Komponen dB Warning Indicator**

### Anthropometri

Pada tahap ini, penentuan ukuran produk didasarkan atas ukuran anthropometri orang Indonesia dan karakteristik komponen. Pada ukuran perancangan produk *Headphone* ini menggunakan ukuran anthropometri kepala orang Indonesia. Data yang digunakan adalah lebar kepala, tebal telinga, telinga kepuncak kepala, dan besar telinga.

Sedangkan ukuran yang didasarkan karakteristik komponen adalah dimana komponen tersebut berpengaruh terhadap ukuran dimensi produk tersebut. Komponen tersebut diantaranya speaker yang mengakibatkan ukuran diameter headphone akan mengalami penambahan. Begitu juga dengan pola desain pada masing – masing part yang memberikan ukuran penambahan pada ukuran anthropometri.

### Initial Prototype (Prototipe Awal)

Dalam pengembangan suatu produk pembuatan prototipe sangat diperlukan dengan tujuan mengaplikasikan kebutuhan konsumen dalam bentuk fisik. Tipe prototipe yang digunakan pada produk ini adalah prototipe fisik yang merupakan benda nyata yang dibuat untuk memperkirakan

produk. Prototipe fisik ini difungsikan untuk memperlihatkan fenomena dalam produk yang tidak dapat dibayangkan dalam tujuan semula dari prototipe. Dimana hukum fisika dan mekanika serta konsep ergonomi memberikan gambaran dalam pengujian prototipe dalam penyempurnaan produk.

#### Final Prototype (Prototipe Akhir)

Final prototipe adalah pembuatan prototipe pada tahap akhir dalam pengembangan produk sebelum dipublikasikan dan dinyatakan dalam prototipe jadi sesuai konsep dalam pengembangan produk. Prototipe ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran benda nyata pada hasil produk yang dikembangkan. Tipe prototipe yang digunakan pada produk ini adalah prototipe fisik yang merupakan benda nyata yang dibuat untuk memperkirakan produk.



**Gambar 5. Final Prototype Pada Pengembangan Produk Headphone**

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

- (1) Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti mengidentifikasi perubahan volume (dB) dari mixer ke headphone dengan memperhatikan delta yang digunakan. Pada identifikasi lapangan, volume yang dihasilkan delta pemakaian *Headphone* adalah 74,4 dB sampai dengan 92,3 dB.
- (2) Peneliti telah melakukan redesain pada headphone dengan memiliki keunggulan dalam audio stereo, kelenturan pada busa daun *Headphone*, dan memiliki rongga udara pada daun *Headphone*. Audio stereo didukung dengan kualitas sound yang superior dengan mampu memberikan nuansa rasa pada saat mendengarkan lagu serta mempunyai keseimbangan suara dengan bass. Pada kelenturan busa daun *Headphone* ini adalah memiliki kelenturan yang maksimal yang akan memberikan nuansa ringan dan fleksibel sehingga nyaman pada saat pemakaian. Rongga udara pada daun *Headphone* yang memberikan kesejukan pada telinga dan menstabilkan udara yang terdapat di sekitar daun telinga.
- (3) Desain *Headphone* ini memiliki anthropometri yang sesuai dengan ukuran kepala orang Indonesia dan memiliki berat kurang dari 7 ons sehingga ringan pada saat pemakaian serta memiliki gaya maksimal 0.122134 dengan tegangan 4.498686 N/m.
- (4) Total harga yang dihasilkan pada desain produk *Headphone* ini adalah Rp.352.694,00.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bahrami, A., (1994), *Routine design with information-content and fuzzy quality function deployment. Journal of Intelligent Manufacturing* 5 (4), 203–210.
- Chan, Lai-Kow. and Wu, Ming-Lu., (2002), *Quality function deployment: A literature review. Journal of Method*, 463–497.
- Mathers, Colin, dkk., (2000), *Global Burden of Hearing Loss in The Year 2000. Report of Hearing Loss WHO*, 1–30.
- Hashim, Adila Md. and Dawal, Siti Zawiah Md., (2012), *Kano Model and QFD integration approach for Ergonomic Design Improvement. Journal of Product Design*, 22–32.
- Mallikarjun, K., dkk., (2007), *Design of Bicycle for Indian Children Focusing on Aesthetic and Ergonomics. Journal of Product Design*, 91–96.

- Reimann, Martin., dkk., (2010), *Aesthetic package design: A behavioral, neural, and psychological investigation. Journal of Product Design*, 431–441.
- Ulrich-Eppinger., (1995), *Product Design and Development 2<sup>nd</sup> Edition*. Singapore: The McGraw-Hill Companies.
- Wibowo, Deonalt Praharyo, (2011), *Perancangan Ulang Desain Kursi Penumpang Mobil Land Rover Yang Ergonomis Dengan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD)? Jurnal Desain Produk*, 2011; 06; 07, 01:12.
- Young, Hugh D. & Freedman, Roger A., (2000), *UNIVERSITY PHYSICS Tenth Edition*. USA: Addison Wesley Longman